

ILLUSTRIERTE WOCHENSCHRIFT ÜBER DIE FORTSCHRITTE IN GEWERBE, INDUSTRIE UND WISSENSCHAFT

herausgegeben von

DR. OTTO N. WITT.

Durch alle Buchhandlungen und Postanstalten zu beziehen.

Erscheint wöchentlich einmal. Preis vierteljährlich 4 Mark.

Verlag von Rudolf Mückenberger, Berlin.
Dörnbergstrasse 7.

№ 945. Jahrg. XIX. 9. 27. November 1907.

Beton, das Baumaterial der Zukunft.

Von Stadtbaurat Schoenfelder, Elberfeld.

Unsere schnellebige Zeit prägt mit Vorliebe kurze präzise Ausdrücke für langatmige Begriffe. Vielleicht ist es kein Zufall, dass auch das kurze Wort „Beton" gerade wegen seiner Kürze so schnell in die Gedankenwelt der Mitlebenden eingedrungen ist und sich einen Platz in ihr verschafft hat. Es hängt oft viel von der richtigen Inszenierung, vom richtigen Schlagwort ab, um einer Sache von vornherein Erfolg oder Misserfolg zu bringen.

Was ist Beton? Ich will lieber fragen: Was ist „Zement"? Jeder weiss es. Für den privaten Bauherrn hat sich mit dem Begriff „Zement" sogar seit vier Jahrzehnten schon der Gedanke verbunden, man könne damit im Bauleben das Unmögliche möglich machen. Der Zement ging unter der Stichmarke „klebt, leimt und kittet alles", ähnlich wie der bekannte Fischleim, der früher auf allen Jahrmärkten und Messen verkauft wurde. Und doch ist auch der heutige deutsche Zement kaum mehr als fünfzig Jahre alt. Im Jahre 1852 war es erst, als Bleibtreu in Deutschland sog. Portland-Zement auf den Markt brachte und der Welt verkündete, dass er das Material, das die Römer in ihrer „Puzzuolanerde", einer vulkanischen Asche, als gewachsenes Urmaterial besassen, und das der Engländer Parker als „Romancement" bereits im Anfang des vorigen Jahrhunderts durch Brennen von Tonnieren, die an den Ufern der Themse gefunden wurden, herzustellen wusste, auf andere, neue Weise, ohne die Vorbedingungen, die in Italien und England gegeben waren, aus einer Mischung von Ton und Kalk, die gebrannt und gemahlen wurde, hergestellt habe.

Die Bautechnik ist in hohem Masse konservativ. Ganz allmählich hat sie bis zur Mitte des vorigen Jahrhunderts in kleinen kurzen Schritten den Standpunkt erklommen, den sie damals einnahm. Seit Jahrtausenden hatte man Ziegelsteine verwendet, von den weichen Steinen der Pyramiden aus Nilschlamm bis zu den hartgesinterten Tonklinkern der Marschstrassen Oldenburgs, deren Form und Festigkeit sich nur ganz allmählich verändert hatte. Daneben wurden Bruchsteine verwendet, wie und wo sie sich von selber gaben und leicht behauen werden konnten. Mit beidem hatte man Mauerwerk schichtenweise aufgetürmt unter Zuhilfenahme eines Kalkmörtels zur Ausgleichung der Fugen, der in Jahren erst eine gewisse Härte erreichte und in Jahrzehnten erst so hart wurde, dass

er dem Meissel ernstlichen Widerstand entgegensetzte. Die horizontale Decke war jahrhundertelang durch Holzbalken mit Bretterbelägen hergestellt worden. Daneben hatte für die Deckenbildung eine kunstvolle Gewölbetechnik floriert, die aber mit demselben Steinmaterial arbeitete, aus dem auch die Wände hergestellt wurden, und ihrerseits allerdings es zu einem überaus achtenswerten Erfolg gebracht hatte, zuletzt in den grossen Kreuz- und Kuppelgewölben unserer gotischen und Renaissance-Dome. Zur Zeit des Gewölbebaues hatte man sich vielfach auch in Deutschland schon eines Kalkes bedient, der schnell erhärtete und eine grössere Gesamthärte erreichte als der gewöhnliche, meist verwendete Weisskalk, des in kleineren Lagern als jener auftretenden sogenannten Schwarz- oder Graukalkes. Aber immerhin hatte auch dieses Naturprodukt seine beschränkte Festigkeitsgrenze. Was war natürlicher, als dass eine Zeit, die im wesentlichen, wenn man das Eisen und die anderen Metalle nicht gerade als Kunstprodukte bezeichnen wollte, mit natürlich gewonnenem Material arbeitete, einem solchen Kunstprodukt wie dem Zement, das nach bestimmten Rezepten zusammengemischt wurde, ein starkes Misstrauen entgegenbrachte, wie man es den Mixturen der alten Alchimisten und Goldsucher entgegengebracht hatte, die auch alles Mögliche wirken sollten und alles Mögliche versprachen, was sie schliesslich doch nicht hielten. Das Misstrauen gegen den Zement hat diesem das Leben anfangs recht schwer gemacht. In Deutschland waren es erst die steigende Bautätigkeit der siebziger Jahre, seine Verwendung im Wasserbau, seine eigentümliche Fähigkeit, unter Wasser zu erhärten, die ihm Terrain eroberten und ihn allmählich bei den Fachleuten beliebt und geschätzt werden liessen, ja ihm als Mörtel und Bindematerial mit oder an Stelle von Kalkmörtel mit der Zeit einen unbestrittenen Platz erobern halfen. Die Ingenieure und Wasserbauer waren es auch, welche mit ihm ein eigentümliches bis dahin unbekanntes Baumaterial herzustellen anfingen, eine rohe Mischung aus geschlagenen Steinen oder an deren Stelle Kies und Sand mit Zement, wobei der Zement nur einen Bruchteil, etwa ein Fünftel bis ein Achtel, der ganzen Masse ausmachte. Diesem Material, welches vielfach zur Fundamentierung von Brückenpfeilern und Futtermauern in breiigem Zustande unter Wasser versenkt wurde und dort aller Erwartung zum Trotz schnell erhärtete, gab man den Namen „Beton“.

In dieser Verwendung als roh abgegrenzte Masse, deren Tragfestigkeit man weniger hoch als ihre Fähigkeit, unter Wasser zu erhärten, schätzte, hat der Beton wieder eine Reihe von Jahren eine Rolle immerhin noch zweiten Ranges gespielt. Gegenüber einer soliden Maurertechnik mit ihren regelmässigen Schichtungen und sorgfältigen Verbänden schien der Beton immer ein rohes kunstloses Gefüge, dem man kaum trauen konnte, und das dem Architekten gar unverwendbar schien, schon wegen seiner regellosen Struktur. Vor zwanzig Jahren höchstens fing man schüchtern an, den Beton zu Decken im Innern der Gebäude zu verwenden, indem man ihn zwischen noch recht dicht nebeneinander gelegte eiserne Träger oder Schienen als unten und oben horizontal abgeglichene Platte einstampfte. Auch eine Profilierung gab man ihm gelegentlich derart, dass er als fertige Deckenform, von unten frei sichtbar, gezeigt werden konnte. Aber was wollte schliesslich eine solche Verwendung bedeuten gegenüber der grossen Baumasse des Gebäudes. War doch auch die Herstellung von Betondecken im Grunde noch auf Staats- und Monumentalbauten beschränkt. Wie denn überhaupt die Steineisendecke als eine kostbare, freilich auch Feuersicherheit bietende Konstruktion galt, die aber eben füglich nur da verwendet werden konnte, wo es sich um Bauten für Jahrhunderte handelte. Das Privathaus kannte nur die Holzzwischendecke.

Was bedeutet nun heute der Beton? Man kann es rund heraussagen: Er ist „das Material der unbegrenzten Möglichkeiten“, nicht obgleich er ein Kunstprodukt ist, sondern weil er es ist. Wir haben erfahren, dass alle Naturprodukte, wie Holz, Bruchsteine, Kalk und Schiefer, unzuverlässig sind. Das Holz trocknet, krümmt sich, spaltet lang auf, quillt und trocknet wieder, wird von der Feuchtigkeit angegriffen, die Balkenköpfe faulen im Mauerwerk, die Dachstühle werden vom Wurm zerfressen, die Elemente Feuer und Wind machen oft kurzen Prozess mit ihm, entflammen alte Dachstühle in wenigen Minuten, knicken starke Hölzer im Augenblick. Das Bruchsteinmauerwerk verwittert an der Luft, der Kalk geht Löschungsprozesse oft noch jahrelang ein und wird dem Innenarchitekten lästig durch Pocken- und Blasenbildung. Der Schiefer auf dem Dach platzt unter den Einflüssen von Regen und Sonne auf. An keiner Stelle kann man sich auf alle diese Materialien recht verlassen. Man steckt eben nicht in ihnen drin. Der Quaderstein kann Spreng- oder Bergrisse haben und Hohlräume enthalten, die man nicht kennt, das Holz schlecht verwachsene Äste.

So musste man überall, um hinsichtlich der Haltbarkeit sicher zu gehen, die Ab-

messungen der Materialien viel grösser nehmen, als sie rechnerisch mit Rücksicht auf den Druck oder Zug, den sie durch Belastung aller Art, als Menschenlasten, Winddruck, Schneelast usw. auszuhalten hatten, notwendig waren. Die ersten Materialien, die uns eigentlich gelehrt hatten, einer künstlichen Herstellung mehr zu vertrauen als einem natürlichen Gewordensein, waren das Eisen und die Bronze. Die Bronze, jene künstliche Mischung von Zinn und Kupfer, von alters her bekannt, das Eisen, in seiner Mischung mit mehr oder weniger Kohlenstoff die Möglichkeit bietend, einem äusserlich ziemlich den gleichen Charakter behaltenden Material innerlich durchaus wechselnde Eigenschaften zu geben.

Schon in der Mitte des vorigen Jahrhunderts war man imstande, das Gusseisen sehr feinflüssig und gleichmässig herzustellen, sodass man es zu feinen Ornamenten und Beschlägen als Kunstguss gelegentlich verwenden konnte, allerdings ohne ihm seine grosse Sprödigkeit dem Bruch gegenüber nehmen zu können. Daneben stellte man ein schmiedbares Eisen her, das in der Glühhitze nachträglich jede beliebige Form annahm, sich mit anderen Materialien durch Schweissen innig zusammenkleben liess und in einem Masse zähe und elastisch war, dass man es auf Druck und vor allen Dingen auf Zug fast unbegrenzt beanspruchen konnte. Veritable Rezepte waren es, nach denen man das Eisen für seine verschiedenen Verwendungsarten und für die verschiedenen Beanspruchungen bis zur Stahlhärte herstellte. So war denn auch der grosse Fortschritt in den Konstruktionen des Ingenieurs wie des Architekten auf dem Gebiet des Brückenbaues und des Baues der grossen Hallen in den letzten dreissig Jahren des vorigen Jahrhunderts nur der Verwendung des Eisens zu danken, weil man durch tausendfach wiederholte mechanische Biegungs- und Zerreissungsversuche allmählich festgestellt hatte, welche Beanspruchung man diesem Material bei der einen oder anderen Querschnittsform zumuten könnte. Als endlich die angewendete Mathematik mit Begeisterung sich auf das Gebiet des Eisenbaues stürzte und Männer wie Schwedler, Winkler, Müller-Breslau in feinsinnigster Denkarbeit die statischen Gesetze ergründet hatten, nach denen das Eisen aneinander gefügt werden musste, wenn man grosse Tragfähigkeiten mit den geringsten Massen erzielen wollte, schien der unbestrittene Sieg dem reinen Eisenbau sicher. Man glaubte in ihm unbegrenzte Weiten überspannen zu können, und man erreichte das tatsächlich auch in den Riesenbrücken über den Hudson in New York und in der Thaybridge in England, der Müngstener Brücke über die Wupper bei Remscheid und der grossen Zahl der weit gespannten Brücken über die grossen Ströme in allen Ländern.

Freilich, so sehr lange hat dieser Siegesrausch nicht gewährt. In vielen Fällen erkennt man jetzt schon an diesen Brücken die Schwierigkeit, sie gegen Rost dauernd gut zu schützen. Alle Farbmittel, welche dem Eisen einen dauernden Schutz gewähren sollen, sind trügerisch. Immer mehr bricht sich die Überzeugung Bahn, dass die alten Via- und Aquädukte der Römer, welche Jahrtausende überdauert haben, die modernen Eisenbrücken um Jahrhunderte an Langlebigkeit übertreffen werden. Die Steinwölbung bildet dem Eisenbogen gegenüber doch eine wesentlich monumentalere Bauweise, und man sucht bereits nach Mitteln, die Fehler der alten Steinwölbung, d. h. die immerhin geringe Festigkeit des Steines und vor allen Dingen des Mörtelmaterials, sowohl auf Druck wie vor allen Dingen auf Zug, durch künstliche Zutaten und Beigaben zu überwinden.

Es war leicht zu beobachten, dass der Beton durch mehr oder weniger Zementzusatz eine fast beliebig zu steigernde Druckfestigkeit erhalten konnte, und dass jeder Mörtel, der Zementzusatz enthielt, auch auf Zugfestigkeit in gewissem Masse widerstandsfähig wurde. Da kam der Statiker und sagte: Wenn wir in dem Betonbalken an denjenigen Stellen, wo er nachweislich rechnerisch auf Zug beansprucht wird, d. h. bei Gewölben aller Art in den unteren Lamellen derselben, Eisenstäbe oder -bänder einlegen könnten, die innigst von dem Betonmantel umhüllt werden, derart, dass man sie vermöge der starken Adhäsion oder, um einen Laienausdruck zu gebrauchen, der starken Klebekraft des Zementes am Eisen, als einen festen Bestandteil des Betons selbst ansehen kann, dann könnte man dem Beton auch unbegrenzte Zugfestigkeit verleihen und daher gleichzeitig ein Material herstellen, das man beliebig zu jedem Bauteil verwenden kann. So könnte der Beton mit Eiseneinlagen als Eisenbeton das Baumaterial der Zukunft werden wie kein anderes.

Und so ist es denn tatsächlich gekommen. Als in diesem Jahre der Deutsche Beton-Verein in Berlin seine Tagung abhielt und in mehrtägiger Verhandlung das auf dem Gebiete des Betonbaues Erreichbare und das Erreichte sich selbst und der ganzen technischen Fachwelt wieder einmal in übersichtlicher Form vor Augen führte, da konnte er tatsächlich mit dem stolzen Bewusstsein auf seine Erfolge zurückblicken, dass sie ein ihm nicht mühelos in den Schoss gefallenes, son-

dern erst durch andauernde, endlose, kostspielige Versuche erreichtes Arbeitsergebnis von Jahrzehnten seien. Kaum auf einem anderen Arbeitsfelde, einem anderen wissenschaftlichen Gebiete hat es sich die Mitwelt soviel Schweiss und Nachdenken kosten lassen, ihr weit- und hochgestecktes Ziel zu erreichen, wie auf dem der Ergründung der Gesetze des Beton- und Eisenbetonbaues. Es ist charakteristisch für unsere Denkweise, dass wir heute einem Baumaterial und seinen Entstehungs- und Verwendungsgesetzen genau so intensiv nachspüren wie der elektrischen Energie oder den Teerfarbstoffen. Auch auf dem Gebiete der Bautätigkeit, das doch Jahrhunderte, ja Jahrtausende unter der Herrschaft des Gedankens stand, man habe es dabei mit natürlich gewordenem, von der Natur uns gewissermassen in die Hand gedrücktem Material zu tun, das bis ans Ende der Tage kaum mehr eine Veränderung erfahren würde, auch auf diesem Arbeitsgebiete lernen wir das Heil in Kunstprodukten erblicken, in einer Herstellungsweise, die auf der Baustelle ein Minimum von geistiger Arbeit und Kunstfertigkeit, aber ein Maximum derselben in den Laboratorien und Versuchsräumen der Chemiker und Statiker beansprucht.

Welch riesige Kraft- und Geldverschwendung liegt im Grunde in der Verwendung von gebranntem Ziegelmaterial zu Mauermassen, welch weiter Weg vom gegrabenen Ton oder Lehm über seine Verarbeitung in der Ziegelpressmaschine und dem Kunstbrennofen hinweg bis zur fertigen kunstvollen Verarbeitung durch die Hand des Maurergesellen! Wieviel Kosten werden aufgewendet, um aus vierhundert Stück Steinen und dem dazugehörigen Mörtel einen Kubikmeter Ziegelmauerwerk herzustellen! Welcher nutzlos weite Transport gerade des Hauptmaterials, nämlich der Ziegelsteine, lastet neben der Aufwendung kunstvoller Arbeit in Gestalt erhöhter Unkosten auf dem fertigen Mauerwerk! Wie nahe liegt also der Gedanke, dass das hauptsächlichste Rohmaterial für das Mauerwerk unter allen Umständen am Orte, in nächster Nähe seiner Verwendungsstelle, gewonnen werden muss, dass für den Transport solcher Massengüter, wie Ziegel- und Bruchsteine, die Eisenbahnen viel zu kostspielige Transportmittel sind. Sand und Kies, sagt sich der Betonbaumeister, findet sich in den meisten Ländern in grossen Mengen. Wo sie nicht zu finden, wird es heutzutage billiger sein, das nahe Bruchsteinmaterial mit Steinbrechmaschinen unter Verwandlung von Wasserkräften in elektrische Energie zu zerquetschen, als es in den Steinbrüchen durch Handbearbeitung in rechteckige Form zu bringen. Wo selbst Felsmaterial nicht zu finden, wird Kesselschlacke und in Zukunft Schlacke aus den Müll- und Kehrichtverbrennungsöfen ein Betonrohmaterial geben, das Sand und Kies auf andere Weise ersetzen und in seiner Verarbeitung im Beton wieder einen Wert erhalten wird, nachdem es vorher lange als wertloser Ballast beiseite geworfen wurde.

(Schluss folgt.)

Die neuere Entwicklung der Zentralheizungs- und Lüftungstechnik.

Vorgetragen am 11. März 1907 im Zwickauer Bezirksverein Deutscher Ingenieure.

Von Ingenieur Ludwig Dietz.

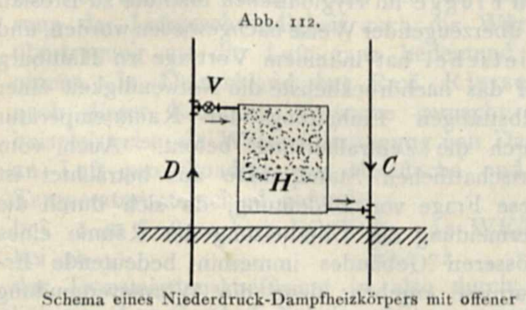
(Schluss von Seite 117.)

Auf dem Gebiete der Dampfheizung wurde der erste entscheidende Fortschritt durch die Erfindung der Niederdruckdampfheizung von Bechem und Post im Jahre 1878 gemacht, welche zuerst sehr niedrig gespannten Dampf von 0,3 Atm. Überdruck zur Heizung verwendeten. Zur Erhaltung eines so niedrigen Dampfdruckes führten Bechem und Post zugleich den Feuerungsregulator in die Heiztechnik ein. Solche Apparate sind bei jeder Niederdruckdampfheizung unentbehrlich und werden in ausserordentlich verschiedenen Konstruktionen angewendet. Sie beruhen in der Hauptsache darauf, dass der schwankende Dampfdruck verwendet wird, um vermittelst eines Zwischenapparates das Öffnen oder Schliessen der Luftzuführung zur Feuerung zu bewirken. Zur Regelung der Wärmeabgabe der Heizkörper wurden bei den ersten Niederdruckdampfheizungen luftdichte Isoliermäntel über die Heizkörper gestülpt, die je nach dem Wärmebedarfe des betreffenden Raumes in gewisser Höhe eingestellt wurden und die Aufgabe hatten, nur einen Teil der am Heizkörper erwärmten Luft heraustreten zu lassen, und zwar immer gerade soviel, als für die Erwärmung des Raumes nötig war. Jedoch wurde dieser Zweck nur unvollkommen erreicht; auch sammelte sich hinter den Verkleidungen viel Staub an, der auf den heissen Heizkörpern in Zersetzung überging. Deshalb war es eine wesentliche Förderung, als im Jahre 1884 Käuffer die Ventilregulierung an Stelle der Isoliermäntel einführte, welche durch gleichzeitige Herabsetzung des Dampfdruckes auf ungefähr 0,1 Atm. vollkommen gelang. Seitdem ist man mit der Dampfspannung vor den Heizkörpern immer weiter heruntergegangen und verwendet 0,01 Atm. und noch weniger. Als Heizkessel werden auch bei Niederdruckdampf die gusseisernen Elementenkessel bevorzugt.

Der Vorgang bei der Ventilregulierung der Heizkörper ist nach Abb. 112 folgender: Zunächst ist der Heizkörper H vollkommen mit Luft gefüllt.

Wird das Ventil *V* geöffnet, so strömt Dampf in den Heizkörper und drängt die darin enthaltene Luft in die Kondensleitung *C*, die an ihrem Ende mit der freien Atmosphäre kommuniziert. Es gelingt nun bei so niedrig gespanntem Dampfe mit Leichtigkeit, durch Drehen des Handrades am Ventil gerade den Durchgangsquerschnitt zu finden, der gross genug ist, den Heizkörper gerade eben mit Dampf zu füllen, sodass der Dampfdruck beim Austritt aus dem Heiz-

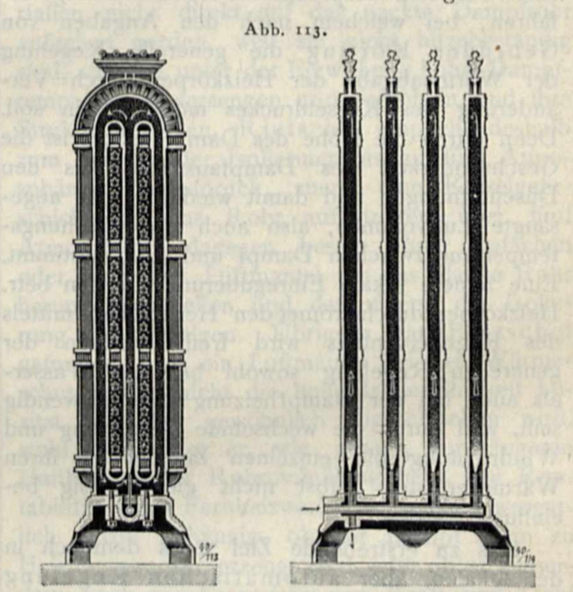
Abb. 112.



Schema eines Niederdruck-Dampfheizkörpers mit offener Kondensleitung.

körper gleich dem der Atmosphäre ist und kein Dampf in die Kondensleitung übertreten kann. Dieser Durchgangsquerschnitt ist am Ventil durch eine Voreinstellung ein für alle Mal festgelegt. Schliesst man nun das Handrad weiter, so hat dieses zur Folge, dass die Dampfspannung im Heizkörper immer mehr und mehr abnimmt, dass letzterer sich nur noch bis zu einem Teile mit Dampf füllt, und dass in den unteren Teil Luft aus der Kondensleitung nachdringt. Durch Regulieren des Ventils kann diese Grenzebene zwischen Dampf und Luft beliebig verschoben werden, sodass immer der oberhalb der Grenze befindliche Teil des Heizkörpers warm, der unterhalb liegende kalt ist. Mit anderen Worten: Durch entsprechende Einstellung des mit Zeiger versehenen Handrades am Ventil gelingt es, stets gerade eine so grosse Oberfläche des Heizkörpers zu erwärmen, wie zur Deckung des jeweiligen Wärmebedarfes erforderlich ist. Ein Nachteil ist damit verbunden, dass nämlich die Heizkörper, welche ja selten bis zur maximalen Leistung beansprucht werden, oben stets warm sind, unten dagegen immer kalt bleiben. Die Folge davon ist, dass der Fussboden und damit die Füsse nicht in der wünschenswerten Weise erwärmt werden, da ja die Luftzirkulation im Raume erst in der Höhe der Trennungsschicht zwischen Dampf und Luft im Heizkörper beginnt, während die darunter befindlichen Luftschichten an der Bewegung der Luft nicht teilnehmen. Wird der Heizkörper nicht oben, sondern unten mit der Dampfleitung verbunden, so erwärmt er sich von einer Seite nach der andern, die eine Seite ist warm, die andere kalt. So wird hier zwar der Fussboden erwärmt, aber es bleibt immer noch der Nachteil, dass auf den 100° heissen Heizflächen der Staub verbrennt. Diesem Übelstande ist durch das Luftumwälzungsverfahren von Gebr. Körting und durch die Radiatoren mit innerem Dampfverteilungsrohr von Käuffer u. Co. abgeholfen worden. Der Dampf wird z. B. bei dem Körtingschen Luftumwälzungsverfahren durch ein mit kleinen Düsen oder Öffnungen versehenes Verteilungsrohr in den Heizkörper eingeführt (Abb. 113). Aus diesen feinen Öffnungen strömt der Dampf in jedes einzelne Heizkörperelement strahlenförmig ein und reisst die darin enthaltene Luft injektorartig mit sich fort. Auf solche Weise entsteht ein Gemisch von Dampf und Luft, welches vermöge der erhaltenen Beschleunigung in den Umlaufkanälen des Heizkörpers zirkuliert und die Heizkörperwandungen an allen Stellen fast gleichmässig erwärmt. Da die Mischungstemperatur von Dampf und Luft einerseits bedeutend unter Dampftemperatur liegt und andererseits von der Menge der angesaugten Luft abhängig ist, so ist es möglich, durch die Höhe der Dampfspannung jede gewünschte Temperatur der Heizkörperoberfläche einzustellen. Eine ähnliche Einrichtung der Umwälzung von Dampf und Luft im Heizkörper hat auch die Firma Fritz Kaeferle in Hannover geschaffen.

Abb. 113.



Luftumwälzungs-Heizkörper von Gebr. Körting A.-G., Hannover.

Wir kommen damit zu der Frage der generellen Regelung der Wärmeabgabe der Heizkörper. Als ein grosser Vorzug der Niederdruck-Warmwasserheizung war es immer empfunden worden, dass es bei ihr möglich ist, die Wärmeabgabe der Heizkörper der jeweilig herrschenden Aussenwitterung dadurch anzupassen, dass man das Wasser im Kessel nach Bedarf mehr oder weniger stark erwärmte. Man ist z. B. imstande, eine Warmwasserheizung bei milder Witterung mit nur etwa 40° C Wassertem-

peratur zu betreiben, während man bei grösserer Kälte das Wasser einfach mit höherer Temperatur, z. B. 80° C, zirkulieren lässt. Bei der Niederdruck-Dampfheizung ist dieses nicht in gleicher Weise möglich, denn die Dampftemperatur schwankt bei den üblichen Spannungen nur innerhalb der Grenzen von 100 und 102° C. Die unter Dampf gesetzte Heizfläche eines Heizkörpers wird also bei den gewöhnlichen Dampfheizungen immer eine Temperatur aufweisen, die nahe bei 100° C liegt, und es folgt daraus, dass eine generelle Regelung lediglich vom Kessel aus nur durch Änderung der Füllung des Heizkörpers, d. h. durch Änderung der Dampfspannung, zu erreichen ist. Eine solche Möglichkeit der generellen Regelung ist nun wohl theoretisch erwiesen, aber praktisch bei der gewöhnlichen Niederdruckdampfheizung nicht durchzuführen, weil selbst die empfindlichsten Verbrennungsregulatoren auf so feine Dampfdruckschwankungen, wie sie hier nötig sind, nicht mehr sicher reagieren, und weil durch die lokale An- und Abstellung der einzelnen Heizkörper zu erhebliche Dampfdruckschwankungen eintreten. Günstiger liegen die Verhältnisse bei dem besprochenen Luftumwälzungsverfahren, bei welchem nach den Angaben von Gebrüder Körting die generelle Regelung der Wärmeabgabe der Heizkörper durch Veränderung des Kesseldruckes möglich sein soll. Denn durch die Höhe des Dampfdruckes ist die Geschwindigkeit des Dampfaustrittes aus den Düsenöffnungen und damit wiederum das angesaugte Luftvolumen, also auch die Mischungstemperatur zwischen Dampf und Luft bestimmt. Eine feinere lokale Einregulierung der den betr. Heizkörper durchströmenden Heizmedien mittels des Regulierventiles wird freilich neben der generellen Regelung sowohl bei der Wasser- als auch bei der Dampfheizung stets notwendig sein, weil durch die wechselnde Besonnung und Windrichtung die einzelnen Zimmer in ihren Wärmeverlusten selbst nicht gleichmässig beeinflusst werden.

Das zu erstrebende Ziel muss demnach in der lokalen, aber automatischen Regelung der Zimmertemperatur erblickt werden. Den Amerikanern gebührt das Verdienst, diese Aufgabe zum ersten Male praktisch gelöst zu haben. Die Schwankungen der Zimmertemperatur werden dazu benutzt, die Ausdehnung und Zusammenziehung eines Metallkörpers oder einer Flüssigkeit entweder direkt auf das Regulierventil wirken zu lassen oder das Öffnen und Schliessen einer Druckluftleitung zu bewirken, wodurch wiederum das Steuerorgan betätigt wird. In Amerika ist die selbsttätige Regelung der Zimmertemperatur bereits gang und gäbe für alle Arten Gebäude, in denen jeder einzelne Raum mit solchen Apparaten ausgerüstet wird. Die allgemeine Einführung ist natürlich hauptsächlich eine Geldfrage. Auch auf dem Kontinent hat in den letzten Jahren eine starke Bewegung zur Einführung der automatischen Temperaturregelung eingesetzt. Das treibende Moment dabei ist der Umstand, dass bei unseren Heizungen zu leicht und zu oft eine unerträgliche Überheizung unserer Aufenthaltsräume einzutreten pflegt. Die dadurch entstehenden gesundheitlichen Schädigungen sind von Flügge im Hygienischen Institute zu Breslau in überzeugender Weise nachgewiesen worden, und Rietschel hat in einem Vortrage zu Hamburg auf das nachdrücklichste die Notwendigkeit einer selbsttätigen Einhaltung der Raumtemperatur durch die Zentralheizung betont. Auch vom wirtschaftlichen Standpunkte aus betrachtet ist diese Frage von Bedeutung, da sich durch die Vermeidung der Überheizung der Räume eines grösseren Gebäudes immerhin bedeutende Ersparnisse ergeben; denn die Wärmevergeudung drückt sich naturgemäss in einem Mehrverbrauch von Feuerungsmaterial aus.*)

Für grössere öffentliche Gebäude ist es meist unumgänglich notwendig, kombinierte Heizungs- und Lüftungssysteme anzuwenden. Man schafft gewöhnlich eine Kesselzentrale mit Hoch- oder Niederdruckdampf je nach Bedarf. Die einzelnen Bureaus, Säle, Nebenräume, Treppenhäuser, Korridore usw. erhalten dann je nach ihrer speziellen Verwendung entweder direkte oder reduzierte Dampfheizung, Wasserheizung mit oder ohne Zuführung von vorerwärmter Luft oder Luftheizung. Diese Wasser- und Luftheizungen, sowie die Lüftungsanlagen werden nun einzeln durch Dampf (unter Umständen auch durch Warmwasser) betrieben. Es entstehen auf diese Weise die sogen. Dampfwarmwasser- und Dampfluftheizungen (oder, falls letztere durch Wasser erwärmt werden, Wasserluftheizungen). Vielfach wird die Luft, nachdem sie an einer zentralen Stelle von aussen durch Luftschächte in das Gebäude geleitet ist, zuerst auf Zimmertemperatur vorgewärmt und nun durch eine Kanalanlage den zu lüftenden Räumen zugeführt. Ein anderer Teil dieser Luft wird dagegen in besonderen Nachwärmekammern auf höhere Temperatur geheizt und dient zur Luftheizung. Ganz besondere Sorgfalt wird auf die Reinigung der Frischluft verwendet, um das Verstauben der Luftkammern und Kanäle zu vermeiden. Für einigermassen grosse Gebäude ist dabei die Anwendung von Ventilatoren heute nicht mehr zu umgehen. Während wir aber

*) In Deutschland werden Einrichtungen zur automatischen Regelung der Raumtemperatur u. a. geliefert von den Firmen: Ges. f. selbsttätige Temperaturregelung in Berlin, G. A. Schultze, Berlin-Charlottenburg, Fritz Kaeferle, Hannover, R. Fuess, Berlin-Steglitz.

heute noch gewohnt sind, die Luft verhältnismässig sehr langsam in gemauerten Kanälen zu bewegen, wenden die Amerikaner bereits seit Jahrzehnten ziemlich hohe Luftgeschwindigkeiten an und verwenden zur Führung der Luft Blechkanäle von kleinem Querschnitt. In Verbindung mit Zentrifugalventilatoren ist dieses System unter dem Namen der Sturtevant-Luftheizung bekannt. Dabei wird die Luft mit hoher Geschwindigkeit durch ein enges Dampfrohrbündel geführt. Es hat sich nämlich gezeigt, dass mit der Steigerung der Luftgeschwindigkeit auch die Wärmeübertragung an die Luft ganz bedeutend zunimmt. In Deutschland hat Prof. Rietschel nach dieser Richtung Versuche gemacht und beispielsweise als Wärmeübertragung von Dampf an Luft pro Quadratmeter Heizfläche und 1^0 Temperaturunterschied gefunden:

bei 2 m Luftgeschwindigkeit $k = 22$ WE/Std.
bei 20 „ „ $k = 72$ „ „ ;

der Transmissionskoeffizient ist also durch Erhöhung der Geschwindigkeit auf 20 m unter sonst gleichen Verhältnissen um das 3,3 fache gestiegen, d. h. der Heizkörper kann eine Oberfläche erhalten, die nur $30^0/_0$ der sonst üblichen beträgt. Es ist also möglich, die Heizfläche auf sehr kleinem Raume unterzubringen und den Heizkörper in ein Eisengehäuse einzuschliessen, welches wiederum mit dem Zentrifugalventilator in engste Verbindung gebracht werden kann, sodass das Ganze ein kompendiöses, maschinenmässiges Ansehen erhält. Dieses ist die Gestaltung der Dampfluftheizung, auf welche die ganze neuere Entwicklung auch auf dem Kontinente hindrängt. Noch ein wichtiger hygienischer Vorteil kommt dabei in Frage, nämlich die Erhaltung atmungsreiner Luft. Trotzdem wissenschaftliche Untersuchungen noch nicht vorgenommen worden sind, so steht es sicher fest, dass die Oberflächentemperatur eines Dampfheizkörpers, der infolge so hoher Luftgeschwindigkeit intensiver Wärmeentziehung ausgesetzt ist, eine bedeutend niedrigere sein muss als diejenige eines solchen, der von nur mässig bewegter Luft umspült ist. Da die Grenze der Staubversengung bei 70 bis 80^0 C liegt, so ist mit ziemlicher Sicherheit zu erwarten, dass eine Zersetzung aus den angeführten Gründen doch nicht eintritt, sobald die Luft sehr rasch an einer Dampfheizfläche vorbeigeführt wird. Natürlich gibt es für die zu erzielende Luftgeschwindigkeit eine von Fall zu Fall festzustellende wirtschaftliche Grenze, da der Kraftbedarf von den Widerständen abhängt, die mit dem Quadrate der Luftgeschwindigkeit wachsen.

Die höchste Leistung auf dem Gebiete der Heizung sind die in den letzten Jahren errichteten Fernheizwerke, von denen das erste und grösste auf dem Kontinente das Staatliche Fernheiz- und Elektrizitätswerk in Dresden ist. Hier werden im Maximum 15 200 000 WE/Std. in vierzehn Hochdruckdampfkesseln von je 200 qm Heizfläche, die Reserve mit eingerechnet, also zusammen 2800 qm Heizfläche, erzeugt. Der Gedanke liegt ja nahe, dass eine möglichste Zentralisation des Betriebes für eine Gebäudegruppe billiger sei als der einzelne Betrieb von lauter kleinen Zentralheizungen. Dies ist jedoch keineswegs immer der Fall, es kommen vielmehr neben vielen anderen Rücksichten besonders folgende Hauptmomente in Frage. Zunächst dürfen die von einer Zentrale aus zu beheizenden Gebäude im allgemeinen nicht in zu grosser Entfernung von einander liegen, weil sonst die Kosten für die Herstellung der erforderlichen Kanäle und Leitungen doch recht erhebliche sein würden. Im engsten Zusammenhange damit steht der Wärmeverlust in den langen Verteilungsleitungen. Durch falsche Wahl der Isolierung dieser Leitungen ist daher die Rentabilität eines Fernheizwerkes geradezu in Frage gestellt. Professor Rietschel gebührt das Verdienst, die hauptsächlichsten heute zur Verwendung kommenden Isoliermaterialien auf ihren Wert untersucht zu haben.*) Es hat sich gezeigt, dass Filz und Rohseide in bezug auf Isolierfähigkeit die besten Resultate aufweisen. Jedoch dürfen diese Materialien nicht direkt auf das nackte Dampfrohr aufgelegt werden, weil sie nicht hitzebeständig sind, sondern unter der Einwirkung hoher Dampftemperaturen versengen und verkohlen und ihre Struktur verlieren. Rietschel empfiehlt deshalb zum Schutze der Isolierung bis zu fünf Atmosphären Dampfdruck, zuerst eine Kieselguhrschicht auf das Rohr aufzutragen, über fünf Atmosphären dagegen besser einen einfachen oder doppelten Luftmantel um das blanke Rohr herum herzustellen und darauf erst die Isolierung zu befestigen. Übrigens hat Rietschel gefunden, dass ein Luftmantel bei den Wärmeschutzmitteln nicht die hohe Isolierfähigkeit besitzt, die ihm gewöhnlich zugeschrieben wird, wohl aber trägt er, wie gesagt, zur längeren Haltbarkeit der Rohrumhüllung bei. Die Rentabilität eines Fernheizwerkes ist endlich wesentlich davon abhängig, ob der Dampf allein zu Heizungszwecken erzeugt wird, oder ob er ausserdem noch zur Erzeugung von Kraft und Licht Verwendung finden kann.

Der Bedarf an Heizung und Licht ergänzt sich meistens in glücklicher Weise, indem des Vormittags beim Hochheizen das Maximum an Wärme und das Minimum an Licht gebraucht wird, während abends beim Abheizen der Wärmebedarf auf das geringste Mass zurückgeht und gleichzeitig der Lichtkonsum seinen Höchstwert erreicht. Durch geschickte Benutzung dieser Umstände hat man den Vorteil einer kleineren,

*) Rietschel, *Versuche mit Wärmeschutzmitteln.* Gesundheits-Ingenieur 1903, Nr. 28.

also billigeren Kesselzentrale und somit einer Verringerung der Betriebskosten.

Eine äusserst wichtige und ebenso interessante Detailfrage beim Baue von Fernheizwerken ist die nach dem besten Längenausgleiche langer Dampfleitungen. Da sich ein Dampfrohr mit hochgespanntem Dampfe entsprechend der hohen Dampftemperatur pro Meter um zirka 1,5 bis 2 mm ausdehnt, so beträgt die Verlängerung eines Dampfrohres von 1 km Länge bereits 1,50 m. Die üblichen Ω-förmigen Kupferbogen bewähren sich bekanntlich bei hohen Dampfdrucken nicht, da sie unter der Einwirkung hoher Temperaturen bald ihre Elastizität verlieren und infolge der fortwährend wechselnden Biegungsbeanspruchungen brüchig werden. Die Stopfbüchsen-Kompensatoren bedürfen einer fortgesetzten Wartung, damit ihre Funktion gesichert bleibt. In neuerer Zeit sind mit Vorteil Metallschlauchkompensatoren angewendet worden. Am besten hat sich das Verfahren der Streckenkompensation bewährt: die zu mauernden Rohrkanäle werden absichtlich nicht in gerader Linie geführt, sondern in mehrfachen Krümmungen; das Dampfrohr erhält dann ebenfalls eine schlangenförmige Führung und wird an geeigneten Punkten starr mit dem Mauerwerke verbunden. Lagert man die dazwischen liegenden Rohrstrecken auf Kugelschlitten, die sich horizontal nach allen Seiten frei bewegen können, so federt das Rohr, welches zwischen zwei Fixpunkten liegt, infolge Erwärmung von selbst seitlich aus, ohne dass besondere Ausgleichstücke notwendig sind. Bezüglich der Dimensionierung von Hochdruckdampfleitungen hat man durch die theoretischen Bearbeitungen von Fischer und Rietschel eine grosse Sicherheit erlangt; man wählt den Spannungsabfall möglichst gross, um kleine Rohrdurchmesser zu erhalten. Denn je kleiner der Rohrdurchmesser, desto kleiner sind natürlich auch die Wärmeverluste. Letztere können noch etwas reduziert werden durch eine mässige Dampfüberhitzung. Inwieweit eine Dampfüberhitzung etwa durch Steigerung der Dampfgeschwindigkeit stattfindet, müssen genauere Untersuchungen noch lehren.

Wenn die Ferndampfheizung auf der einen Seite grosse Vorteile bietet, so sind andererseits verschiedene Nachteile unverkennbar, nämlich: die Notwendigkeit einer sehr sorgfältigen Wartung aller Teile, der Dampfkessel, Rohrleitungen, Entwässerungen, Reduzierventile, Pumpen, Kondenswasserreservoire; ferner die hohen Wärmeverluste der Dampfleitung, dann die immerhin bestehende Gefahr eines Rohrbruches und vieles andere. Man hat sich angesichts dieser Übelstände in letzter Zeit nach dem Vorgange Amerikas und Englands angelegentlich mit der Fernwarmwasserheizung beschäftigt, wobei statt des Dampfes warmes Wasser mittels Pumpen durch eine Fernleitung gedrückt wird. Dadurch wird zweifellos die ganze Anlage bedeutend einfacher; die Rohrtemperaturen und damit die Wärmeverluste verringern sich erheblich; und endlich ist eine generelle Regelung der Wärmeabgabe der Heizkörper möglich. Auch bei Unebenheiten des Geländes ist die Wasserfernheizung im Vorteil. Die Zukunft muss lehren, ob sie sich mit Vorteil einführen wird.

Wird schon durch die Vereinigung von Fernheizwerken mit Licht- und Kraftzentralen eine günstige Basis für die Wirtschaftlichkeit des Betriebes geschaffen, so ist dies in noch weit höherem Grade der Fall bei der Ausnutzung des Abdampfes von Dampfmaschinen zu Heizzwecken. Die Abdampfwärme steht ja kostenlos für die Heizung zur Verfügung, und eine solche Abdampfheizung arbeitet in den meisten Fällen ökonomischer als Kondensationsanlagen. Auch hierin sind uns wiederum die Amerikaner um einen Schritt voraus, indem sie durch ihre Vakuum-Dampfheizungen die Heizungsanlage als Kondensator ausbildeten und somit die Vorteile der Abdampfheizung und des Kondensationsbetriebes vereinigten.

Die ganze geschilderte Entwickelung des Heizungsfaches wäre nicht möglich gewesen ohne die hervorragende Unterstützung und Förderung von der wissenschaftlichen Seite her. Von den grundlegenden Untersuchungen Péclets angefangen mögen nur die Namen Ferrini, Grashof, Fischer, Wolpert, Rietschel genannt sein. Ihnen ist es zu danken, dass an Stelle der früher gepflogenen Empirie endlich eine wissenschaftliche, sichere Grundlage für die Berechnung der Heizungsanlagen geschaffen worden ist. Hauptsächlich sind es die für die Praxis so ausserordentlich fruchtbaren Arbeiten und Untersuchungen Rietschels über die Transmissionskoeffizienten der Baumaterialien und Heizkörper, über die Berechnung der Wasser- und Dampfheizungen, über den Wärmeschutz der Rohrleitungen, über die Wirkung der Deflektoren, über den Druckhöhenverlust in Luftleitungen und vieles andere. Die unter der Leitung von Professor Rietschel stehende, Ende dieses Jahres zu eröffnende neue Prüfungsanstalt für Heizungs- und Lüftungs-Einrichtungen ist ein deutlicher Beweis für die hohe Beachtung, welche dem Fache der Heizung und Ventilation auch von seiten der Regierung entgegengebracht wird.

Ist so in den letzten Jahrzehnten auf diesem Gebiete vieles erreicht worden, so harren doch noch grosse Aufgaben ihrer Erledigung. Zu wünschen wäre ein grösseres Verständnis von seiten der Laien, bei denen meistens noch sehr unklare Vorstellungen auf einem Gebiete herrschen, das doch jeden sehr nahe angeht. An die Heizung werden immerhin noch entsprechende Ansprüche gestellt, denn frieren will keiner gerne.

Anders steht es aber mit der Lüftungsfrage, der meistens gar keine Beachtung geschenkt wird, weil das Bedürfnis für gute, gesunde Luft im Volke noch zu wenig entwickelt ist. An einer Besserung nach dieser Richtung mitzuarbeiten, sollte die Aufgabe eines jeden Gebildeten sein. [10633]

Wassergas, der Brennstoff der Zukunft.

Von Ingenieur Kayser in Kiel.

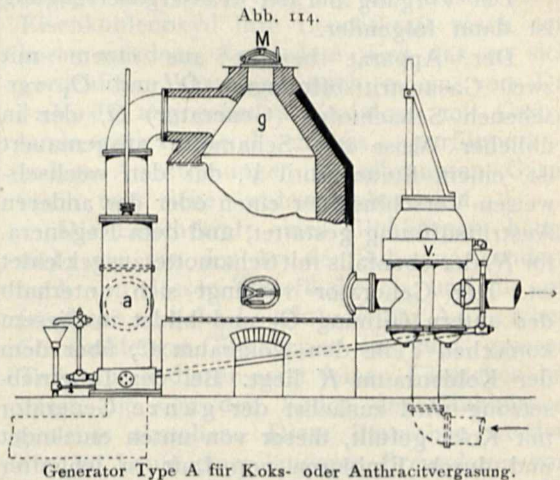
Mit sieben Abbildungen.

In Nr. 781 Jahrg. 1905 dieser Wochenschrift ist auf S. 11 ein Auszug aus einem von mir im *Zentralblatt der Bauverwaltung* (1904 Nr. 50) veröffentlichten Aufsatze über Fernheiz-Gaswerke enthalten, worin ich den Wunsch aussprach, dass es bald gelingen möge, ein Mittel zu finden, um das zur Wärmeerzeugung vorzüglich geeignete Wassergas auch als Lichtquelle benutzen zu können. Dieser Wunsch ist bereits erfüllt, es kann nunmehr das Wassergas als die billigste und beste Wärme-, Licht- und Kraftquelle der Gegenwart bezeichnet werden, was ich im folgenden des näheren zeigen möchte.

In Nr. 89 und 90 des Jahrgangs 1906 veröffentlicht die *Deutsche Bauzeitung* einen Aufsatz von Ingenieur Schäfer in Dessau: *Das Gas im bürgerlichen Haushalte,* worin auf die Notwendigkeit hingewiesen wird, schon beim Entwurf zu einem Wohnhause die ausschliessliche Verwendung von Gas zum Heizen und zur Beleuchtung ins Auge zu fassen und die dazu erforderlichen Einrichtungen in die Planung aufzunehmen. Bevor es jedoch möglich sein wird, das Gas als ausschliesslichen Brennstoff im bürgerlichen Haushalte wie in den Gewerben benutzen zu können, ist vorerst eine gründliche Reform der Gasanstalten und eine sehr bedeutende Preisermässigung des Gases erforderlich.

Den städtischen Gasanstalten wird auferlegt, das Gas für die ganze Strassenbeleuchtung umsonst, für Theater, Kirchen und sonstige öffentliche Gebäude für den halben Preis zu liefern und am Jahresschlusse noch eine möglichst hohe Summe als Überschuss an die Stadtkasse abzuführen. Dazu kommt noch, dass immer noch das selbstleuchtende Steinkohlengas in Retorten hergestellt wird — obgleich die allgemeine Benutzung des Auerstrumpfes das Selbstleuchten des Gases gar nicht mehr nötig macht —, bei dessen Erzeugung aus 100 kg Kohle nur 30 cbm Gas und 60 kg oft schlecht verwertbarer Koks gewonnen werden. Viel wirtschaftlicher ist die Herstellung von Wassergas in Generatoren, in denen aus 100 kg Steinkohle 210 cbm — also das siebenfache Quantum — Gas gewonnen wird. Abgesehen von allen später noch zu erläuternden Vorteilen, ist dieser Unterschied in der gewonnenen Gasmenge allein schon hinreichend, das Kaltstellen der alten Retortenöfen zu rechtfertigen

Abb. 114.

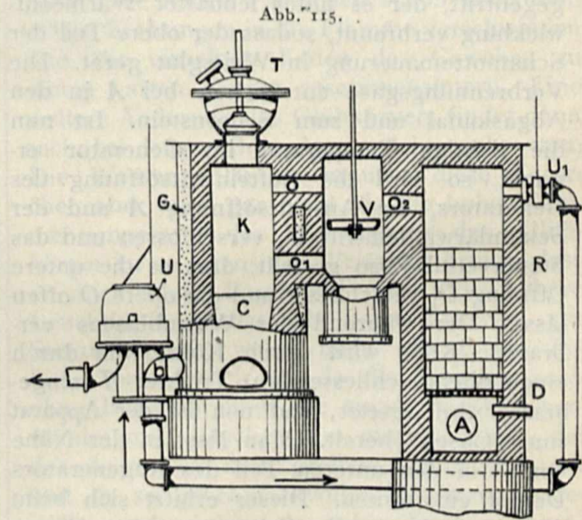


Generator Type A für Koks- oder Anthracitvergasung.

und den Gaspreis auf ein Viertel seiner jetzigen Höhe herabzusetzen.

Für die Herstellung von Wassergas hat der Professor an der Technischen Hochschule in Wien, Dr. Strache, zwei Apparate (Abb. 114 u. 115) angegeben, von denen der erste,

Abb. 115.



Generator Type B zur Vergasung von Koken, Steinkohle oder Braunkohle.

ohne Regenerator, dazu dient, Wassergas aus Koks zu erzeugen, der bei der Gaserzeugung in Retorten übrig geblieben ist, und durch Beimengung dieses Gases zum Retortengas die Leistungsfähigkeit der Anstalt zu erhöhen. Will man dieses Gas als selbstleuchtendes verwenden, so muss es noch mit Benzol karburiert werden, was aber unnötig ist, wenn der Auerstrumpf benützt wird. Der zweite Appa-

rat, mit Regenerator (Abb. 115), dient zur Vergasung aller Arten von Brennstoffen, als Koks, Anthracit, Steinkohle, Braunkohle und Torf. Für den Betrieb beider Typen ist ein Dampfkessel, Gebläse und Kraft zu dessen Antrieb erforderlich.

Der Vorgang bei der Wassergaserzeugung ist dann folgender.

Der Apparat besteht aus einem mit zwei Gasaustrittsöffnungen *O* und O_1 versehenen Schachtofen (Generator) *G*, der in üblicher Weise mit Schamotte ausgemauert ist, einem Steuerventil *V*, das den wechselsweisen Verschluss der einen oder der anderen Austrittsöffnung gestattet, und dem Regenerator *R*, der ebenfalls mit Schamotte ausgekleidet ist. Der Generator verjüngt sich unterhalb der untern Öffnung O_1 und bildet in diesem konischen Teile den Koksraum *C*, über dem der Kohlenraum *K* liegt. Bei der Inbetriebsetzung wird zunächst der ganze Generator mit Koks gefüllt, dieser von unten entzündet und durch Einblasen von Luft zu lebhafter Glut gebracht, welcher Vorgang mit „Warmblasen“ bezeichnet wird. Hierbei ist das Steuerventil *V* so gestellt, dass die Öffnung *O* verschlossen, O_1 und O_2 aber offen sind, sodass das zunächst entstehende Generatorgas durch diese Öffnungen zum Regenerator *R* gelangt, wo ihm durch U_1 ein Sekundärluftstrom entgegentritt, der es unter lebhafter Wärmeentwicklung verbrennt, sodass der obere Teil der Schamottemauerung in Weissglut gerät. Die Verbrennungsgase entweichen bei *A* in den Abgaskanal und zum Schornstein. Ist nun die richtige Temperatur im Generator erreicht, so wird die Lufteintrittsöffnung des Generators, die Austrittsöffnung *A* und der Sekundärwindeintritt U_1 verschlossen und das Steuerventil *V* so gestellt, dass es die untere Öffnung O_1 verschliesst und die obere *O* offen lässt. Der während des Warmblasens verbrannte Koks wird durch Kohle, die durch einen dicht schliessenden Trichter *T* eingebracht wird, ersetzt, und nun ist der Apparat zum „Gasen“ bereit. Man lässt in der Nähe von *A* in den unteren Teil des Regenerators Dampf einströmen. Dieser erhitzt sich beim Aufstiege durch die Schamottesteine immer mehr und gelangt mit sehr hoher Temperatur durch den Verbindungskanal *O* auf die eingebrachte Steinkohle im Generator. Die Steinkohle wird durch den so hoch erhitzten Dampf vergast und verkokt. Der gebildete Koks gelangt nach Massgabe des Verbrauchs an Koks von selbst in den Kokraum *C*. Alle Destillationsprodukte (Steinkohlengas, Teer und Ammoniak) durchstreichen im Gemisch mit dem Wasserdampf die darunter befindliche, hochglühende Kokssäule in *C*, wobei sich Leuchtgas und alle Bestandteile des Teers in Kohlenstoff und Wasserstoff, bezw. in Stickstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff zerlegen. Der heisse Wasserdampf setzt sich gleichzeitig in dem glühenden Koks in Wassergas um und entweicht durch die Öffnung *b* im Unterteil des Generators und den Umschalter zum Scrubber. Die Prozesse, die bei dieser Wassergaserzeugung vor sich gehen, sind:

1. Die Vergasung und Verkokung der Steinkohle.

2. Die Zersetzung der Destillationsprodukte in Kohlenstoff und Wasserstoff und eine geringe Menge Stickstoff, wobei sich das Volumen des Gases beträchtlich vergrössert, da aus je einem Volumen Sumpfgas CH_4 je zwei Volumina Wasserstoff H_2 entstehen.

3. Die Umsetzung des bei der Entgasung der Steinkohle entstandenen Koks in Wassergas.

Die beiden erstgenannten Prozesse liefern aus je 100 kg Steinkohle infolge der Vermehrung des Volumens des Leuchtgases und zufolge der Zersetzung des Teers annähernd 45 cbm Wasserstoff. Die gleichzeitig entstehenden 60 kg Koks werden, wenn sie in den Raum *C* gelangt sind, in Wassergas umgesetzt, wobei sie ca. 150 cbm eines Gemisches gleicher Raumteile von Kohlenoxyd und Wasserstoffgas liefern. Es ergeben sich somit, wie schon oben gesagt war, aus 100 kg Steinkohle 210 cbm Wassergas.

Die Zersetzung des Teers ist eine so vollkommene, dass nach der darauffolgenden Waschung und Kühlung des Gases im Scrubber das Scrubberwasser keine mit dem Auge bemerkbaren Mengen von Teer enthält und nur einen schwachen Geruch nach Teer besitzt. Dagegen ist das Scrubberwasser durch Russ schwärzlich getrübt, der durch die Zerlegung der Kohlenwasserstoffe entstanden, im rohen Wassergase in staubförmiger Verteilung enthalten ist und erst durch die Waschung im Scrubber beseitigt wird. Ebenso ist die Zerlegung des Ammoniaks eine so vollkommene, dass das Scrubberwasser keinen Geruch nach Ammoniak besitzt. Der Apparat nach Abb. 115 wird hergestellt für eine stündliche Leistung von 25, 50, 100, 200, 300 und 500 cbm, wobei sich ein Kohlenverbrauch für je 1 cbm erzeugten Wassergases ergibt von 0,35 bis 0,45 kg bei Steinkohle und 0,5 bis 0,7 kg bei Braunkohle. Das erste Warmblasen hat stets mit Koks zu erfolgen. Während des Gasens wird die im Apparat aufgespeicherte Wärme verbraucht. Lässt infolge dieses Wärmeverbrauchs die Gasbildung nach, so muss wieder umgeschaltet und aufs neue warm geblasen werden, wozu aber nur Kohle erforderlich ist.

Das Wassergas als Wärmequelle.

Das Wassergas brennt mit sehr heisser, nicht leuchtender, blauer Flamme. Die Ausnutzung der Wärme beträgt bei der Zimmerheizung mit Wassergasöfen 90 v. H. und bei Gaskochherden 50 v. H. — Da nun die Ausnutzung der Verbrennungswärme der Kohle in den Wassergasgeneratoren 70 bis 80 v. H. beträgt, so ergibt sich ein Gesamtnutzeffekt von 63 v. H. für Zimmerheizung und 35 v. H. bei den Kochherden, während der Nutzeffekt bei Kohlenöfen 15 bis 20 v. H. und bei Kohlenherden 3 bis 5 v. H. beträgt.

Ausser dieser sehr grossen Kohlenersparnis bringt die allgemeine Verwendung dieses billigen Gases noch eine ganze Reihe von Vorteilen und Annehmlichkeiten gegenüber der jetzigen Kohlenfeuerung mit sich, denn die Flamme des Wassergases russt nie, man braucht daher keinen Töpfer zum Ofenreinigen und auch keinen Schornsteinfeger mehr, keine Aschebeseitigung, keine Kohleanfuhr und keinen Kohlenraum. Rauch und Russ in den Strassen, durch die die schönsten Häuserfassaden in kurzer Zeit verdorben und geschwärzt werden, kommen in Wegfall. Weitere Vorteile sind die schnelle Erwärmung eines Raumes ohne mühsames Feueranmachen und die Erhaltung einer gleichmässigen Temperatur durch die leichte Regulierbarkeit der Flamme, wodurch auch in den Herden ein schnelles oder langsames Kochen, nach Bedarf, ermöglicht wird, sodass das Anbrennen der Speisen leicht zu vermeiden ist. Da das Geschirr niemals berusst, ergibt sich auch hierdurch eine Verringerung der häuslichen Arbeiten, die es mancher Hausfrau möglich macht, ohne weibliche Hilfskräfte, deren Erlangung von Jahr zu Jahr schwieriger wird, den Haushalt zu führen. Der Gasbedarf für Zimmerheizung beträgt für ein mittleres Zimmer von 90 cbm Rauminhalt und Erwärmung auf 20° C zum Anheizen etwa 2,2 cbm, zum Erhalten dieser Temperatur etwa 0,80 cbm stündlich.

Ausser der Benutzung des Wassergases als Wärmequelle im Haushalte, hat es eine grosse Bedeutung für gewerbliche Betriebe, z. B. beim Backen, Schmieden, Schweissen, Löten, Schmelzen, Glasblasen usw., bei denen die Benutzung des Wassergases viele Fortschritte und Verbesserungen mit sich bringen wird.

Das Wassergas als Lichtquelle.

Da das reine, unkarburierte Wassergas mit nicht leuchtender Flamme brennt, dabei aber sehr hohe Hitzegrade erzeugt, so geraten in seiner Flamme feste Körper in lebhaftes Glühen; namentlich senden die Auerschen Glühkörper in der Wassergasflamme ein höchst intensives Licht aus, weshalb man sich dieser Körper stets da bedient, wo das Wassergas zur Beleuchtung benutzt wird.

Das zur Glühlichtbeleuchtung verwendete Wassergas wird nach der Erzeugung mittels des Stracheschen Verfahrens durch Schwefelsäure gereinigt, da sonst die Glühkörper infolge der Verunreinigung des Gases durch Eisenkohlenoxyd ihre Leuchtkraft rasch verlieren würden. Ausserdem wird das an sich geruchlose Wassergas nach einem von Dr. Jahoda angegebenen Verfahren mit Carbylamin stark riechend gemacht — parfümiert —, sodass Ausströmungen unverbrannten Gases rasch und sicher wahrnehmbar sind.

Die Leuchtkraft eines Glühkörpers hängt nicht nur von der Art der Substanz, sondern auch von dessen Oberfläche ab, und die anfängliche so hohe Leuchtkraft der Auerschen Steinkohlengas-Glühkörper ist zum grossen Teile durch die äusserst feinen Fäserchen bedingt, die von den Fäden des Glühkörpergewebes abstehen. Diese Fäserchen werden nun im Laufe einer längeren Brenndauer von dem lebhaften Gas- und Luftstrome, den die Flamme erzeugt, abgerissen und durch den Zylinder fortgeführt. Daher die allmähliche Abnahme der Leuchtkraft, die eine häufige Erneuerung der Glühkörper erforderlich macht. Beim Wassergasglühlicht ist das anders. Die Flammentemperatur desselben ist so hoch, dass diese feinen Fäserchen schon nach dem ersten Einbringen in die Flamme verschwinden und die einzelnen Fäden des Gewebes zu einem harten Körper zusammensintern. Eine weitere Änderung des Glühkörpers findet dann auch bei langer Brenndauer nicht mehr statt. Die Wassergasflamme braucht diese Fäserchen aber auch gar nicht, da die hohe Flammentemperatur des Wassergases den Glühkörper zu so intensiver Weissglut bringt, dass er auch ohne Fäserchen eine weit höhere Leuchtkraft besitzt, als beim Betriebe mit Steinkohlengas, wobei nicht einmal ein Zylinder erforderlich ist, da die Flamme auch ohne Bunsenbrenner nie russt; dagegen verwendet man Glocken von mattem Glase, die das Auge vor dem grellen Lichte schützen und in so geschmackvollen Mustern hergestellt werden, dass sie jedes Zimmer zieren. Im Laboratorium des Professors Dr. Strache sind umfassende Untersuchungen darüber angestellt worden, welche Wärmemengen die verschiedenen Lichtquellen an die Zimmerluft abgeben und wie viel Sauerstoff sie derselben entziehen. Das Ergebnis dieser Untersuchungen ist in Abb. 116 graphisch und zahlenmässig dargestellt, und Abb. 117 zeigt ihre Produktion an Stickstoff, Kohlensäure und Wasserdampf. Wie aus diesen Darstellungen hervorgeht, ist die Flamme des unkarburierten Wassergases

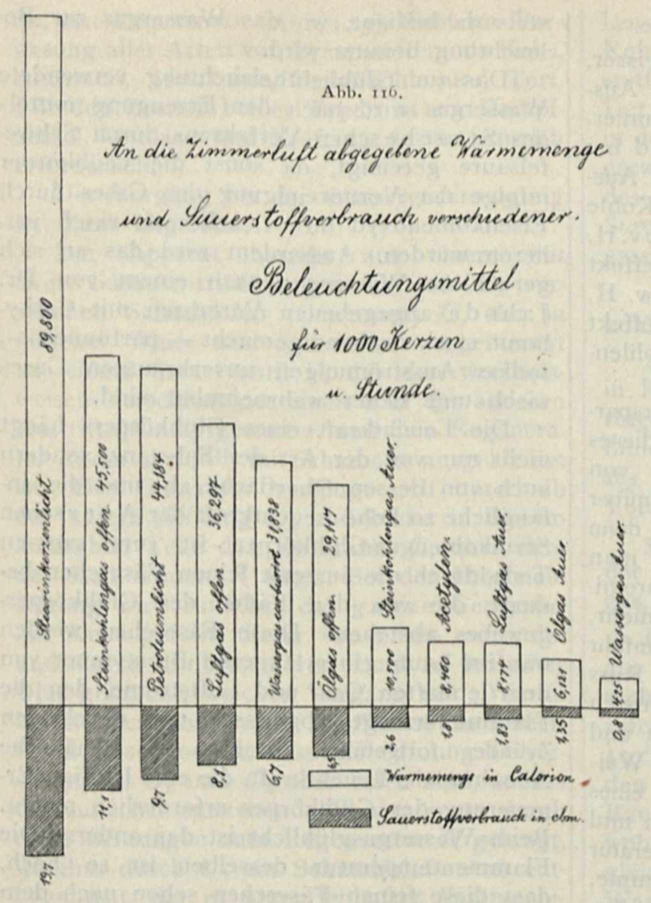


Abb. 116.

in allen Fällen anderen Lichtquellen überlegen, und da auch der Kohleverbrauch der bei weitem niedrigste ist — der Kohleverbrauch für 100 Kerzen und Stunde beträgt bei offenem Steinkohlengaslicht 3000 gr, bei Acetylenlicht 2300 gr, bei elektrischem Glühlicht 1100 gr, bei Steinkohlengas-Auerlicht 700 gr, bei elektrischem Bogenlicht 300 gr und beim Wassergas-Auerlicht 85 gr —, so ist auch der Preis entsprechend niedrig, sodass es keinem Zweifel unterliegen kann, dass sich das unkarburierte Wassergas die Welt erobern wird, sobald seine Vorzüge erst in weitesten Kreisen bekannt sein werden. Der Gasverbrauch für eine Brennstunde bei 50 mm Druck beträgt bei einer Leuchtkraft von:

25 Kerzen	50 bis	60 l	pro Stunde
50 „	90 „	100 „	„ „
100 „	170 „	190 „	„ „
120 „	220 „	240 „	„ „

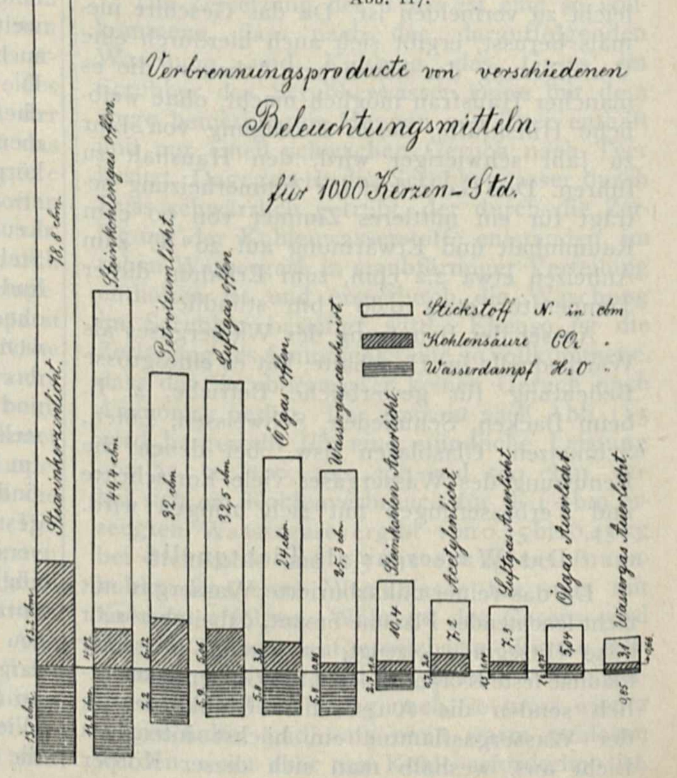
Die Brenner sind durch Abdrehen des Hahnes in Lichtstärke und Gasverbrauch beliebig reduzierbar, ebenso, wie durch erhöhten Druck die Leuchtkraft unter entsprechender Erhöhung des Gasverbrauchs bis auf das Doppelte der oben angegebenen normalen Leuchtkraft gebracht werden kann; dabei sendet — wie spektroskopisch nachgewiesen ist — die Flamme des Wassergasglühlichtes dieselben Lichtstrahlen aus wie die Sonne, sodass alle Farben gegen Tageslicht unverändert bleiben, eine wichtige Eigenschaft bei Verkaufsräumen und bei allen Verrichtungen, bei denen es auf das Erkennen der richtigen Farbe ankommt. (Schluss folgt.)

RUNDSCHAU.

(Nachdruck verboten.)

Zu den herkömmlichen theologischen Unterscheidungsmerkmalen zwischen Mensch und Tier zählt u. a. auch die Behauptung, dass das Tier — im Gegensatz zum Menschen — keine „Perfektibilität“ zeige: schon zu Adams Zeiten habe die Biene eben so kunstvoll gebaut und die Nachtigall eben so schön gesungen wie heute. Und nicht selten findet sich die Ansicht, jeder Vogel habe seine eigene, ihm von Natur angeborene Melodie. Neuere Beobachtungen haben indessen dargetan, dass der Gesang der Vögel nicht nur individuell sehr verschieden sein kann, sondern auch nach den Gegenden häufig in hohem Masse variiert und grosse qualitative Unterschiede aufweist, was naturgemäss bei denjenigen Vögeln am meisten hervortritt, deren Gesang auf einer hohen Entwicklungsstufe steht, und deren Stimme eine grosse Modulationsfähigkeit besitzt.

Abb. 117.



Der Gesang der Vögel hat die Bedeutung des Paarungsrufes oder intersexuellen Locktons und steht mit dem sexuellen Leben des Vogels in engster Beziehung. Die Leidenschaftlichkeit des Gesanges steigt und fällt mit der Intensität des Paarungstriebes, und mit der Beendigung der Paarungszeit ist beim freilebenden Vogel auch das Singen vorbei. Dass im Spätherbst bei manchen Vögeln die jungen Männchen manchmal noch einen leisen und leidenschaftslosen Gesang anstimmen, im Volksmunde „Dichten“ oder „Studieren“ genannt, beweist nur, dass sie jetzt schon geschlechtsreif sind.

Zunächst ist hervorzuheben, dass das Männchen der lockende, das Weibchen der wählende Teil ist, und zwar gilt dies nicht nur von den Singvögeln, sondern von allen Vögeln überhaupt. Wenn der Goldammer im Frühling auf der Spitze einer jungen Fichte unzählige Male seinen eintönigen Lockruf ertönen lässt oder der Buchfink viele Wochen vor der Brutzeit von einem möglichst hohen Standpunkte aus unermüdlich seinen Schlag wiederholt, so wählt der noch ungepaarte männliche Vogel diese dominierende Stellung, um ein Weibchen aus der weiten Umgebung anzulocken. Und die im Frühjahr ankommenden Nachtigallenmännchen singen beinahe die ganze Nacht, um die später ankommenden Weibchen festzuhalten. Das Männchen wählt das Revier aus, wo später die Niststätte errichtet werden soll, und bemüht sich dann durch eifrigen Gesang, ein Weibchen herbeizulocken. Einzelne Vögel lassen jeden Abend an derselben Stelle, ja auf demselben Zweige ihr Lied erschallen, und der Birkhahn führt immer wieder am gleichen Orte seine tollen Balztänze auf. Das Männchen ist immer der werbende Teil, das paarungslustige Weibchen gesellt sich ihm zu, es gilt dies nicht nur für alle Zugvögel, sondern auch für die Strich- und Standvögel.

Den Weibchen ist der Gesang versagt, ebenso wie ihnen das bunte Gefieder des Männchens abgeht. Was würde auch aus einem bunten, helleuchtenden weiblichen Vogel und seiner Brut werden, der während des Brütens noch singen wollte! Es wäre das geradezu eine frivole Herausforderung der Feinde, die fernzuhalten alle List in der Wahl des Neststandes und alle Kunst in der Verbergung der Nestes aufgewendet wird. Nur altgewordene Weibchen, die keine Eier mehr legen, fangen zu singen an, ebenso wie alte und nicht mehr legende Hühner zu krähen anfangen. Das Brutgeschäft, welches ein ruhiges Verhalten zur Sicherung der Brut und des brütenden Vogels notwendig macht, ist bei den alten Weibchen kein Hinderungsgrund mehr, ebenso wie bei den Höhlenbrütern die bunte Farbe des Gefieders dem Weibchen kein Hindernis bietet, d. h. keine Gefahr für dieses und die Brut bildet.

Es ist weiter darauf hinzuweisen, dass ein Vogel nur singt, was er gelernt, d. h. gehört hat, von seinem Vater oder von anderen Sängern seiner Art oder auch von Sängern anderer Arten. Wenn ein junger Vogel in Gefangenschaft aufgezogen wird, sodass er nie den Gesang eines anderen Vogels gehört hat, so wird sein Gesang zwar demjenigen seiner Art ähnlich sein, weil seine Stimmwerkzeuge eben so gebaut sind wie die seiner Artgenossen, aber die Melodie, der Rhythmus und die Strophen werden nicht dieselben sein. Gewiss kommt es vor, dass jung in Gefangenschaft gesetzte Vögel nachher doch wie die Alten singen, weil die Jungen in der Regel erst aus dem Neste gehoben werden, wenn sie schon nahezu flügge sind. Die eigentliche und wichtigste Lernzeit des Vogels ist aber die Zeit, die er als Nesthocker im Neste zubringt. Während dieser Zeit hört er den Gesang seines Vaters oder benachbarter Sänger seiner Art; denn gegen das Ende der Nestperiode nimmt das Fütterungsgeschäft die Eltern so in Anspruch, dass der Alte gar nicht mehr singt, und dann geben die Nachbarn, die eine spätere Brut haben, die Lehrmeister ab. Dass die Nestzeit die Lernzeit des jungen Vogels ist, geht auch daraus hervor, dass die Jungen im kommenden Jahr ihr Nest genau so bauen, wie das Nest ausgesehen hat, in welchem sie ihre Jugend zubrachten. Wird ein Vogel in einem andersartigen Neste aufgezogen, als seiner Art eigen ist, so baut er später nach dem Muster, welches er in der Nestzeit gesehen hat, und wird er ohne Nest aufgezogen, so baut er auch keins, weil ihm das Vorbild fehlt.

Trotzdem die Vögel nun auch ihren Gesang erst erlernen müssen, kommt doch in gewissem Sinne ebenfalls die Vererbung der Stimme in Betracht, die sich nicht nur auf den Stimmapparat beschränkt, sondern auch auf die allgemeine Veranlagung — das Talent — erstreckt. In der Kanarienvogelzucht wird deshalb eine reine, gute Abstammung als Vorbedingung für ein gutes Gesangsresultat angesehen; allerdings wird auch ein Nachkomme des besten Harzer Rollers niemals Vorzügliches leisten, wenn er nicht bei einem guten Vorsänger in der Lehre war, die Melodie und namentlich die schwierigeren Tongebilde muss auch das Talent erst erlernen. Umgekehrt wird ein junger Kanarienvogel der gemeinen Landrasse auch bei bester Schulung niemals ein fehlerfreier Sänger werden. Dass auch die freilebenden Vögel tatsächlich verschieden veranlagt sind, zeigt sich bei ihrer Abrichtung zum Nachpfeifen von Melodien: manche Vögel fassen sehr schnell auf und lernen mehrere Lieder fehlerfrei nachsingen, während andere gar nichts oder höchstens Bruchstücke von Melodien lernen.

In zweiter Linie ist der Gesang der Männchen — neben seiner Bedeutung als Lockmittel für das Weibchen — auch zugleich eine Waffe im Kampfe mit dem Nebenbuhler. Gerade bei den besten Sängern unter den Singvögeln lässt sich beobachten, dass, wenn die Möglichkeit einer Wahl unter verschiedenen singenden Männchen vorliegt, dem besten Sänger die Weibchen am ersten zufliegen, sodass die guten Sänger eher und sicherer beweibt werden und zur Paarung gelangen, als Stümper. Auch während der Brutzeit muss der Gesang fortgesetzt werden, um das brütende Weibchen vor der Zudringlichkeit fremder Männchen zu bewahren und so die Nachkommenschaft zu sichern. Die Bedeutung des Gesanges als Waffe, d. h. als Konkurrenzmittel im idealen Sinne, zeigt sich besonders bei der Nähe anderer singender Männchen; denn dadurch wird der Eifer im Singen ganz beträchtlich gestärkt. Bei Nachtigallen geht der Wettbewerb soweit, dass sie sich überschreien und heiser singen, und Plinius sagt schon, dass manchen eher der Atem als der Gesang ausgehe, indem sie mitten im eifrigsten Gesange tot niederstürzen. Wie schmettern vor Zorn manche Vögel, wenn sie andere hören, und fängt der eine an, so setzt der andere ebenfalls ein.

Die Gesangsfähigkeit einer Vogelart verdankt somit ihre Ausbildung der geschlechtlichen Zuchtwahl. Es wird das namentlich für die Gegenden zutreffen, wo ein grosser Vogelreichtum herrscht. Je zahlreicher eine Gegend mit derselben Vogelart be-

völkert ist, um so grösser wird die Konkurrenz der Männchen in der Paarungszeit, und um so heftiger entbrennt der Sängerkrieg, der hinsichtlich Melodik, Rhythmus und Ausdauer an die einzelnen Männchen die höchsten Anforderungen stellt, um mit der Stimme durchzudringen, und das ist für die Ausbildung der Sänger und die Vervollkommnung des Gesanges von grösstem Vorteil. Vogelreichtum und guter Gesang finden sich deshalb in der Natur in der Regel zusammen; während sich hier die Vögel gegenseitig zu fleissigem Singen anspornen und ihre Leistungen verbessern und vervollkommnen, ertönt in spärlich bevölkerten Gegenden der Gesang seltener und ist zudem minderwertiger.

So lässt es sich auch erklären, dass die Stadtvögel allgemein schlechtere Sänger als die Wald- und Gebirgsvögel sind. Unterholz und Buschwerk verschwinden in den städtischen Gärten und Parkanlagen immer mehr, und damit nimmt die Nistgelegenheit ab und werden die eigentlichen Sänger immer spärlicher. Wesentlich besser schon liegen die Verhältnisse in Wiese und Feld und Flur, am günstigsten sind aber die Bedingungen im Gebirge mit dichtbewachsenen Berghängen in wasserreichen Tälern; da finden wir zumeist ein ausserordentlich reiches Vogelleben und zugleich den besten Gesang. Neben dem Wettbewerb der Männchen kommt in solchen vogelreichen Gegenden als begünstigender Umstand noch hinzu, dass eine grössere Zahl Vögel auch ein höheres Alter erreicht. Die Erfahrung an gefangenen Vögeln lehrt aber, dass sich die gesanglichen Leistungen der Vögel mit dem Alter vervollkommnen, weil hier die Jungen Gelegenheit haben, gute alte Meister als Vorsänger zu hören.

Der Gesang muss seinen Wert als Werbemittel verlieren, sobald in einer Gegend das numerische Verhältnis der Geschlechter zueinander ungünstig beeinflusst ist, sodass ein Überschuss an Weibchen vorhanden ist. Dort braucht das Männchen nicht mühsam um ein Weibchen zu singen, sondern es wird ihm alsbald zufliegen, und damit nimmt nicht nur der Gesangseifer ab, sondern findet auch ein Rückgang in den Gesangsleistungen statt. Gerade in der Umgebung der grossen Städte werden viele Singvögel und namentlich Männchen für den Vogelhandel eingefangen, und darum entsteht hier das den Gesang so ungünstig beeinflussende numerische Missverhältnis der Geschlechter und die geringe Gesangsleistung der Stadtvögel, wofür die Singdrossel und die Amsel typische Beweise sind. Erstere bringt als Stadtvogel nur noch wenige schrille Rufe hervor, und auch der Gesang der Stadtamsel ist ärmer an Melodie geworden. Nur draussen in der freien Natur, wo das numerische Verhältnis der Männchen zu den Weibchen ein natürliches und anscheinend ein Überschuss an Männchen vorhanden ist, kommt die Bedeutung des Gesanges als Lockmittel und Waffe voll und ganz zur Geltung. Hier muss das Männchen alle Kräfte aufbieten und die ihm verliehene Gesangsgabe voll und ganz entfalten, wenn es in der Paarungszeit zu seinem Rechte kommen will.

Guter und schlechter Gesang sind in vielen Fällen rein lokale Erscheinungen. So ist bekannt, dass z. B. die Nachtigallen in manchen Gegenden ganz anders schlagen als in den an diese grenzenden Gebieten, die lauter schlechte Sänger, andere, die gute, und wieder andere, die nur mittelmässige haben. (Vgl. *Prometheus* XVI, S. 417.) Die örtlichen Gesangsunterschiede bestehen aber nicht nur allgemein in der Güte und dem Wert des Gesanges, sondern häufig trägt eine bestimmte Gegend ein ganz besonders charakteristisches Gepräge, sodass in solchem Falle geradezu von einem Vogeldialekt gesprochen werden kann. Meistens ist das Verbreitungsgebiet eines Dialektes nur klein und auf den Raum eines Waldes, eines Berghanges oder die Umgebung eines Ortes beschränkt; zu solchen Vogeldialekten zählt der Gesang der Emser Rotkehlchen, der Friedrichrodaer und Eberswalder Buchfinken, der Doppelüberschlag der Mönchsgrasmücke. Die Vögel haben hier eine eigenartige, charakteristische Melodie und eine eigenartige Gesangsweise, die als die höchste Stufe der Gesangsleistung ihrer Art anzusehen sind, sodass also die Vogeldialekte eine Meisterschaft im Gesang darstellen. Da in den Verbreitungsbezirken der einzelnen Vogeldialekte die betreffenden Vögel auch durchweg recht zahlreich sind, so bestätigt sich darin, dass die grosse Konkurrenz der Männchen den Gesang fördert, und die Entstehung der Vogeldialekte ist somit gleichfalls auf den Vogelreichtum zurückzuführen.

Die Dialekte im Gesang werden um so zahlreicher sein, je modulationsfähiger die Stimme einer Vogelart ist; es zeichnen sich darin besonders die Finken aus, und die grosse Verschiedenheit des Buchfinkenschlages verdankt ihre Entstehung der in früheren Jahrhunderten verbreitet gewesenen Finknerei. Die meisten Dialekte weist der Sprosser auf, sodass die Liebhaber nach seinem Gesange zahlreiche Lokalrassen unterscheiden, obwohl die Dialekte nichts mit den systematischen Unterarten zu tun haben. Der Sprosser jedes Landes, jeder Provinz, ja oft jeder Aue hat seine besonderen Töne und Strophen, sodass nicht weniger denn 80 verschiedene Touren seines Schlages unterschieden werden — ein Beweis für die grosse Variationsfähigkeit der Stimme dieses von der Natur begnadeten Sängers. Ihm am nächsten stehen die Nachtigall und die Singdrossel.

Die Entstehung der Vogeldialekte ist ein Beweis dafür, dass die Zug- und Strichvögel immer dahin zurückkehren, wo sie erbrütet worden sind, und dass auch die Nachkommenschaft der Standvögel sich nicht weit von ihrem Geburtsorte entfernt, denn ohne diese Vorbedingung ist die Entstehung einer konstanten lokalen Gesangsvariation, auf welche die Bezeichnung als Dialekt Anwendung finden darf, nicht denkbar. Das Bestehen der Vogeldialekte ist ferner auch ein Beweis dafür, dass bei den europäischen Singvögeln von einer anhaltenden Gesangszeit in ihren Winterquartieren nicht die Rede sein kann; denn sonst würden die jungen Vögel hier nicht nur den Gesang ihrer Eltern und Heimatgenossen, sondern auch die Weisen der Artgenossen aus fremden Gegenden hören und sich ebensowohl zu eigen machen wie die Tongebilde des Vaters; dann aber könnte es konstante lokale Gesangsvariationen nicht geben, wenigstens nicht bei den Zugvögeln, bei denen gerade soviel Dialekte vorkommen, wie Friedrich von Lucanus in seiner Studie über *Lokale Gesangserscheinungen* (Ornithol. Monatsberichte, XV, 7/8, 1907), der wir hier vielfach gefolgt sind, nachgewiesen hat.

Eine besonders bemerkenswerte Beobachtung wird bei den Blaukehlchen des Spreewaldes gemacht. Bekanntlich ist dieser Vogel Originalsänger und Spötter zugleich, d. h. er hat seinen aus pfeifenden und schnurrenden Tönen bestehenden Originalgesang und entwickelt ausserdem ein ausgezeichnetes Spottalent, indem er die übrigen Vogelstimmen selbst für den Vogelkenner täuschend nachahmt. Nun ist nicht nur das Blaukehlchen in dem Sumpfgelände des Spreewaldes

ausserordentlich zahlreich, sondern es herrscht im Spreewalde bekanntermassen überhaupt ein aussergewöhnlich grosser Vogelreichtum, besonders an Rohrsängern, Grasmücken, Laubsängern und Rotkehlchen, den beliebten Vorbildern für die Spötter. Trotz alledem hat das Spreewaldblaukehlchen seinen Charakter als Spötter gänzlich verloren. Die grosse Zahl der Männchen der eigenen Art drängte sie in einen scharfen Wettbewerb, sodass sie sich zur Anlockung der Weibchen und als Kampfruf auf die eigenen Naturlaute, d. h. ihren Originalgesang beschränken müssen, und der einzelne Vogel kommt gar nicht mehr dazu, etwas anderes hören zu lassen. Unter diesen Verhältnissen ist dem Spreewald blaukehlchen das Spottalent schliesslich ganz verloren gegangen, sodass in diesem eigentümlichen Falle durch die Häufigkeit der Vogelart ihr Gesang schlechter geworden ist; der Originalgesang hat dafür aber wiederum eine Vervollkommnung erfahren, indem die Vögel sehr fleissig und feurig singen und die lautpfeifenden Strophen im Gesange vorherrschen.

Dieser Fall zeigt deutlich, dass der Gesang einer und derselben Vogelart sehr verschiedenartig sein kann, dass aber das Variieren der Vogelstimmen keineswegs nur eine individuelle Eigenschaft ist und vom Zufall abhängt; es ist vielmehr in erster Linie bedingt durch die anatomische Beschaffenheit der Stimmwerkzeuge, wovon die Variationsfähigkeit der Stimme und des Gesanges abhängt. Diese werden aber durch ganz verschiedenartige äussere Einflüsse und zuweilen in ganz entgegengesetztem Sinne beeinflusst. Je nachdem sich an einer Örtlichkeit dieser oder jener Einfluss geltend macht, erhält der Gesang ein anderes Gepräge, das dann zur lokalen Gesangsvariation und zum Dialekt wird, welcher die höchste Stufe der Gesangsleistung einer Vogelart darstellt. Die Vervollkommnung des Gesanges wird aber erzielt durch sexuelle Selektion, indem durch die Auslese der wählenden Weibchen vorzugsweise die besten Sänger zur Paarung gelangen und diese somit Gelegenheit finden, ihr musikalisches Talent und die erworbene individuelle Fähigkeit auf die Nachkommenschaft zu vererben, weil ein feuriger und mannigfaltiger Gesang das Weibchen sicherer und schneller anlockt als das tonarme und klanglose Lied des Stümpers, der nichts gelernt hat. Die besten Sänger haben also die sicherste Anwartschaft auf Nachkommenschaft; diese aber folgt in ihrer Gesangsleistung wiederum dem Vater.

N. Schiller-Tietz. [10732]

* * *

Der Rheinstrom als Verkehrsweg. Nicht nur einer unserer schönsten und grössten Ströme ist der von Reben und Sagen umkränzte alte Vater Rhein, er ist auch eine Wasserstrasse von grösster, von Jahr zu Jahr wachsender Bedeutung. Nach der Festschrift zur 48. Hauptversammlung des Vereins Deutscher Ingenieure betrug nämlich der Gesamt-Güterverkehr auf dem Rheine in den Häfen von Biebrich bis Wesel: 22116580 Tonnen im Jahre 1904, 23440933 Tonnen im Jahre 1905 und 24753075 Tonnen im Jahre 1906. Von diesen gewaltigen Gütermengen entfielen auf die vier grössten Rheinhäfen im Jahre 1906: Duisburg-Ruhrort 4,25 Mill. t Zufuhr, 8,84 Mill. t Abfuhr, zusammen 13,1 Mill. t; Düsseldorf 0,971 Mill. t Zufuhr, 0,146 Mill. t Abfuhr, zusammen 1,117 Mill. t; es folgt dann Cöln mit 0,851 Mill. t Zufuhr, 0,233 Mill. t Abfuhr, zusammen 1,084 Mill. t, und Wesel mit 0,544 Mill. t Zufuhr, 0,011 Mill. t Abfuhr, zusammen 0,555 Mill. t. Der Cölner Hafen, dessen Güterverkehr sich seit 3 Jahren fast nicht verändert hat, ist demnach von Düsseldorf überholt. Der Personenverkehr betrug 1905 auf 30 in Fahrt befindlichen Dampfern 1963658 Personen; diese Personendampfer beförderten ausserdem noch 99000 t Güter. Der Rhein-Seeverkehr wurde im Jahre 1880 von drei Dampfern mit zusammen 1860 t Tragfähigkeit aufgenommen. Zurzeit sind für den Verkehr zwischen den Rheinhäfen und den Seehäfen 47 Dampfer mit insgesamt 41310 t Tragfähigkeit im Dienst, die 1906 zusammen 229570 t beförderten. Das Hauptzollamt in Emmerich an der deutsch-holländischen Grenze passierten im Jahre 1906 75361 Schiffe mit 21,1 Mill. t Ladung. Die gesamte Rheinflotte besteht aus 10534 Schiffen mit 30675 Mann Besatzung; davon sind 1272 Dampfer, deren Maschinen zusammen 281793 ind. PS entwickeln, 9262 Schleppkähne und Segelschiffe mit zusammen 3557600 t Tragfähigkeit. Dazu kommen noch die oben erwähnten 47 Rhein-Seedampfer. Die Ladefähigkeit der in deutschen Händen befindlichen Rheinfahrzeuge beträgt 1827000 t; der Wert dieser deutschen Rheinflotte beträgt mehr als 250 Mill. M. Das grösste Rheinschiff ist der nach Antwerpen zuständige Schleppkahn *Richard IV.* mit 102,9 m Länge, 12,08 m Breite und 0,59 m Tiefgang im leeren Zustande; seine Ladefähigkeit beträgt 2634 t. Die grössten Personendampfer, *Borussia* und *Kaiserin Auguste Victoria*, sind 83 m lang, 8,2 m breit (17,05 m über die Radkasten gemessen) und haben Maschinen von 1250 ind. PS. Der stärkste Radschleppdampfer ist der *Matthias Stinnes VII* mit 1450 ind. PS. Der grösste Güterdampfer, *Industrie XII*, hat 85 m Länge und 9 m Breite bei 2,40 m Tiefgang und 975 t Tragfähigkeit. — Zu dem gewaltigen Verkehr auf den Wogen des Stromes kommt nun noch der kaum mehr zu bewältigende Verkehr auf den Eisenbahnlinien auf beiden Ufern des Rheines, sodass das Rheintal eine Handelsstrasse darstellt, wie wir in Deutschland kaum eine wieder finden.

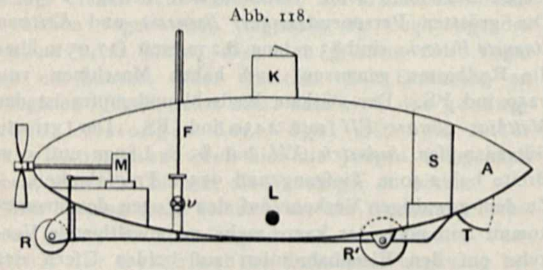
O. B. [10644]

* * *

Ein Unterseeboot für Arbeitszwecke. (Mit einer Abbildung.) Wir sind daran gewöhnt, uns unter einem Unterseeboot stets ein Kriegsfahrzeug vorzustellen, dazu bestimmt, Tod und Verderben bringend sich auf eine feindliche Flotte zu stürzen. An eine friedliche Mission des Unterseebootes mag man nur selten gedacht haben, und jedenfalls gelten die in den letzten Jahren gemachten, auf die Vervollkommnung der Unterseeboote gerichteten grossen Anstrengungen der Schiffbautechniker nur dem kriegerischen Zwecken dienenden Unterseeboot. Einer der bekanntesten Konstrukteure auf diesem Gebiete, der Amerikaner Lake, hat neuerdings die Pläne zu einem Unterwasserfahrzeug fertiggestellt, das friedlichen Zwecken dienen soll und sich zu Unterwasser-Arbeiten aller Art, zur Hebung von gesunkenen Schiffen, zur Bergung von deren Ladung, zu Reparaturarbeiten an Kabeln usw. eignen dürfte, und das auch für Forschungsarbeiten auf dem Meeresboden verwendbar scheint. Durch dieses Fahrzeug wird man unwillkürlich an den *Nautilus* des *Kapitain Nemo* von Jules Verne erinnert, da es diesem Phantasiegebilde in manchen Stücken ähnlich ist. Das in Abb. 118 schematisch dargestellte Boot besitzt zunächst alle die bei Unterseebooten üblichen Einrichtungen: Kammern für Wasserballast und die zugehörigen Pumpen, Schraube zur Fortbewegung, Elektromotor *M* und Akkumu-

latoren, Kommandoturm *K* usw., ausserdem aber noch eine Reihe von Einrichtungen, die seinen besonderen Zwecken dienen. Zunächst fallen drei aussen am Schiffskörper befestigte Räder auf, zwei, *R'*, am Vorderteil, eins, *R*, am Steuerruder angebracht. Diese Räder dienen dazu, um auf ebenem Meeresboden das durch Wasserballast versenkte Schiff mit Hilfe der Schraube zu bewegen, ohne dass es erforderlich wäre, durch teilweises Auspumpen des Wasserballastes das Fahrzeug wieder flott, d. h. schwimmfähig zu machen. Aus dem Schiffskörper ragt nach oben der Bohrer *F* heraus, der durch den Motor *v* in Tätigkeit gesetzt wird und dazu dienen soll, einen Schiffsrumpf, dem auf andere Weise nicht beizukommen ist, anzubohren. Dann sind am Vorderende des Schiffes wasserdichte Kammern *S* und *A* angebracht, deren letztere eine Tür *T* besitzt, welche zum Verlassen des Fahrzeuges dient, wenn das Unterseeboot seine Arbeitsstelle erreicht hat: so kann ein mit dem Taucheranzug bekleideter Mann den Raum *A* betreten, ihn durch ein Ventil mit Wasser füllen, nach erfolgtem Druckausgleich die Tür *T* nach aussen öffnen und aussteigen, um ausserhalb des Bootes zu arbeiten. Auf gleichem Wege kehren die Leute zurück, wobei, nachdem die Tür *T* geschlossen ist, die Kammer *A* leer gepumpt werden muss, ehe sie wieder

Abb. 118.



Lakes Unterseeboot für Arbeitszwecke.

mit dem Schiffsinnern in Verbindung gesetzt werden kann. — Etwas kostspielig müssen ja die mit Hilfe des Unterseebootes auszuführenden Unterwasserarbeiten wohl werden, man kann sich aber gewiss einzelne Fälle denken, in denen die Verwendung eines solchen Fahrzeuges von Nutzen sein müsste, und obwohl die Sache etwas phantastisch, etwas sehr nach Jules Verne klingt, so bietet doch der Name Lake eine gewisse Gewähr dafür, dass es sich um ein ernsthaftes, wohlerwogenes Projekt handelt. *(La Nature.)* O. B. [10663]

* * *

Tulpenkrankheit. Im Frühjahr 1903 war ein ziemlich hoher Prozentsatz der zu Zierzwecken im Botanischen Garten zu Hamburg angepflanzten Tulpen ausgeblieben. Der Assistent am Botanischen Garten, Herr Dr. Klebahn, unterzog diese Angelegenheit einer näheren Untersuchung und berichtete über deren Ergebnisse an einem Vortragsabend der botanischen Gruppe im Naturwissenschaftlichen Verein in Hamburg (*Verhandlungen* III. Folge, XV). Nach seinen Ausführungen ergab die Untersuchung, dass die Ursache der Erkrankung die *Botrytis parasitica* war, die auch in Holland die Tulpenkulturen schädigt. Der Pilz dringt in die austreibenden Zwiebeln ein und veranlasst ein Faulwerden derselben, vermag aber auch die oberirdischen Teile zu ergreifen. Es wurden zahlreiche Infektionsversuche mit diesem Pilze angestellt, die bei den verschiedenen Zwiebelgewächsen einen verschiedenen Empfänglichkeitsgrad gegenüber dem Parasiten ergaben. In vielen Fällen ist ein verseuchter Boden die Ursache der Erkrankung der Zwiebeln; man soll daher niemals in zwei aufeinanderfolgenden Jahren Tulpen in dieselben Beete pflanzen, wie es in dem vorliegenden Falle geschehen war. Da aber im voraufgehenden Jahre die Tulpen im Botanischen Garten keine Krankheit gezeigt hatten, so schien die Möglichkeit, dass die Keime der Krankheit mit den Zwiebeln eingeführt sind, nicht ganz ausgeschlossen. Über diese für die Tulpenzüchtereien besonders wichtige Frage werden noch weitere Untersuchungen angestellt. LTZ. [10612]

* * *

Eine Radium-Uhr, oder doch eine Vorrichtung, die man so bezeichnen könnte, obwohl sie nicht eigentlich der Zeitmessung dienen soll, wurde kürzlich der Institution of Electrical Engineers in Glasgow vorgeführt. Der Apparat, der nach Angaben von Robert Strutt gebaut ist, besteht aus einem möglichst vollkommen luftleer gemachten Glasbehälter, in welchen eine an einem Quarzstäbchen befestigte Glasröhre mit Radiumbromidfüllung hineinragt. Diese Röhre ist aussen mit einer leitenden Schicht eines Phosphorsalzes überzogen und trägt an ihrem unteren Ende zwei kleine Goldblättchen. Durch die Strahlung des Radiums werden diese Blättchen nun geladen und entfernen sich voneinander, bis sie, in einer bestimmten Stellung, zwei Metallkontakte berühren, an denen sie sich entladen und dadurch wieder zusammenfallen, um, von neuem geladen, dasselbe Spiel zu wiederholen. Die Zeit von der einen Entladung bis zur andern, die Ladezeit, beträgt genau 3 Minuten 15 Sekunden. Da die Länge der Ladezeit naturgemäss von der Stärke der Emanation des Radiums, von dessen Aktivität, abhängig ist, soll durch längere Beobachtung des Apparates bzw. der Ladezeit eine etwaige Abnahme der Aktivität des Radiums nachgewiesen werden, die sich durch eine Verlängerung der Ladezeit bemerkbar machen müsste.
(*Rdsch. f. Elektr. u. Maschb.*) O. B. [19504]

BÜCHERSCHAU.

Eingegangene Neuigkeiten.

(Ausführliche Besprechung behält sich die Redaktion vor.)

Gurnik, Dr. phil. Georg, Ingenieur. *Das Messingwerk.* (Chem.-techn. Bibliothek, Bd. 307.) Mit 14 Abbildungen. 8⁰. (V, 40 S.) Wien, A. Hartleben. Preis geh. 2 M., geb. 2.80 M.

Güssefeld, Dr. O. E., Hamburg. *Justus von Liebig und Emil Louis Ferdinand Güssefeld.* Briefwechsel 1862—1866. 22 Briefe Liebigs, zugleich ein Beitrag zur Geschichte der Industrie künstlicher Dünger in Deutschland. Mit Anmerkungen und Erläuterungen versehen herausgegeben. 8⁰. (VIII, 72 S.) Leipzig, Johann Ambrosius Barth. Preis 3 M.

Hagenbach, Aug. *Die Stellung der Physik zu den Naturwissenschaften und der Technik.* 8⁰. (25 S.) Leipzig, B. G. Teubner. Preis —.80 M.

Hausrath, Prof. Dr. Hans, Karlsruhe. *Der deutsche Wald.* (Aus Natur und Geisteswelt, Bd. 153.) Mit 15 Textabb. u. 2 Karten. kl. 8⁰. (IV, 130 S.) Leipzig, B. G. Teubner. Preis geh. 1 M., geb. 1.25 M.